

**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

Utjecaj glazbe na razvoj i plastičnost mozga

Effect of music on development and brain plasticity

Seminarski rad

Filip Martinez

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Sciences)

Mentor: Prof. dr.sc. Dubravka Hranilović

SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
2. Glazba.....	2
3. Neurofiziološke osnove percepcije glazbe.....	3-5
4. Glazba i.....	6
4.1. Pokret.....	6
4.2. Emocije.....	7-8
5. Amuzija i muzikalnost.....	9-10
6. Glazba i plasti nost mozga.....	10-11
6.1. Mozart efekt i plasti nost ošte enog mozga.....	11-13
7. Zaključak.....	13
8. Literatura.....	14
9. Sažetak.....	15
10. Summary.....	15

1. Uvod:

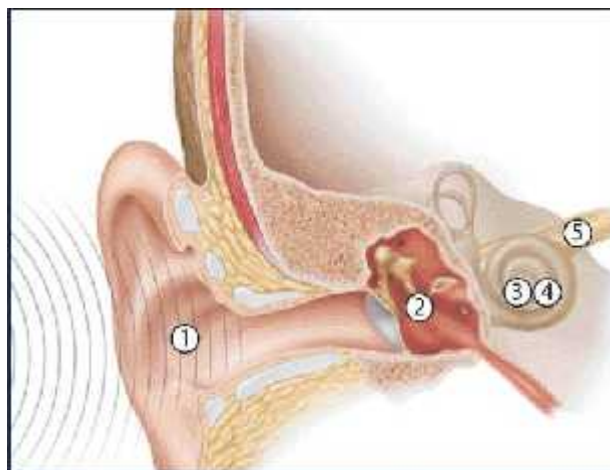
Prije desetak tisuća godina u jednoj spilji, obitelj se okupila uz vatru i lupanjem štapovima i kamenjem proizvodila ritam uz koji se pjevalo i plesalo. Modernom svijetu takva slika prvih ljudskih zajednica, iako teško dokaziva, nije teška za zamisliti, jer i danas glazba prožima naše živote i sporazumijeva ljude svih kultura i jezika. Pojavom filozofske misli u antičkom svijetu, javile su se teorije koje su željele proniknuti u tajne učenja glazbe na ljude, pa je tako započela i prva klasifikacija glazbe. Pitagora i njegovi učenici smatrali su da se glazba treba dijeliti prema njezinim matematičkim sastavnicama, dok su Aristoksenovi učenici tvrdili da je glazbu bolje podijeliti prema njezinim učincima na ljude (Levitin i Tirovolas 2009.). Takva promišljanja postoje i danas, i u znanstvenim krugovima se provode različita istraživanja o moćima glazbe nad ljudima, a zbog snage medija dobivaju na pozornosti u širem znanstvenom i laičkom svijetu. Fenomeni poput Mozart efekta, usklađivanja lupkanja nogom i glazbe, amuzije i sličnih problema s percepcijom glazbe, atraktivna su i potencijalno korisna žarišta istraživanja glazbe. Od svih njih, fenomen s najvećim potencijalom je utjecaj glazbe na plastičnost mozga koji nam otvara mogućnost da u budućnosti fizičkim podražajem stimuliramo željenu psihofizičku reakciju, koja će na određeni način oblikovati daljnji razvoj našeg mozga.

2. Glazba

Da bi uopće govorili o glazbi, moramo odgovoriti na pitanje, što je to glazba? Oni koji se bave glazbenom spoznajom često se oslanjaju na teoretičara Leonarda Meyera koji je glazbu definirao kao oblik emocionalne komunikacije, ili pak na definiciju kompozitora Edgara Varèse, da je glazba organizirani zvuk. Ako vjerujemo da je govor bio evolucijska prilagodba, onda je glazba nastala kao njegov nusprodukt, a isprva se zadržala zbog zadovoljstva kojeg je pružala pojedincu ili zajednici. Kasnije na evolucijskoj stazi kreativnost, planiranje i mašta koji su potrebni da bi se stvarala glazba, bili su znak mentalnog fitnesa pojedinca i tako postali važan čimbenik selekcije (McDermott 2008.). Time je glazba nepovratno ušla u ljudsku povijest. Glazbu sadržava osam osnovnih elemenata ili dimenzija, svaku od kojih možemo po volji varirati. Tih osam osnovnih elemenata su: visina tona, ritam, boja tona, tempo, metar, kontura, glasnoća i prostorna smještenost. Svaka ljudska kultura je proizvela vlastiti tradicionalni zvuk kombinirajući i tih osam elemenata, a stvaranjem seta pravila po kojima se glazba treba izvoditi svaka kultura je dobila svoj unikatni stil (Levitin i Tirovolas 2009.). Zbog toga svatko tko je upoznat sa stilom određene kulture, bez obzira na melodiju koju čuje, može ju nepogrešivo smjestiti u taj stil, iako je broj mogućih melodija unutar jednog stila ograničen samo maštom.

3. Neurofiziološke osnove percepcije glazbe

U svojoj osnovi glazba je zvuk koji se sastoji od jedne ili više vibracija različitih frekvencija. Da bi naš mozak mogao percipirati te vibracije potreban nam je receptivni organ, uho sa slušnim aparatom. Pomoću ušne školjke vibracije zraka se vode u slušni kanal koji završava tankom opnom koja vibrira frekvencijom ulaznog podražaja. Na tanku opnu, bubnji, naslonjene su tri male košice, *malleus* ili čekić, *incus* ili nakovanj i *stapes* ili stremen, koji primaju vibracije od bubnja i prenose ih na ovalni prozor i koji uzrokuje pomicanje tekućine u *cochleae* ili pužnici. Strujanje tekućine u pužnici osjete receptorske stanice Cortijevog organa koje okidaju akcijske potencijale, koji stimuliraju spiralni ganglij, a on tada šalje informaciju, preko auditornog dijela osmog kranijalnog živca, mozgu (<http://en.wikipedia.org/wiki/Ear> (Slika 1.).



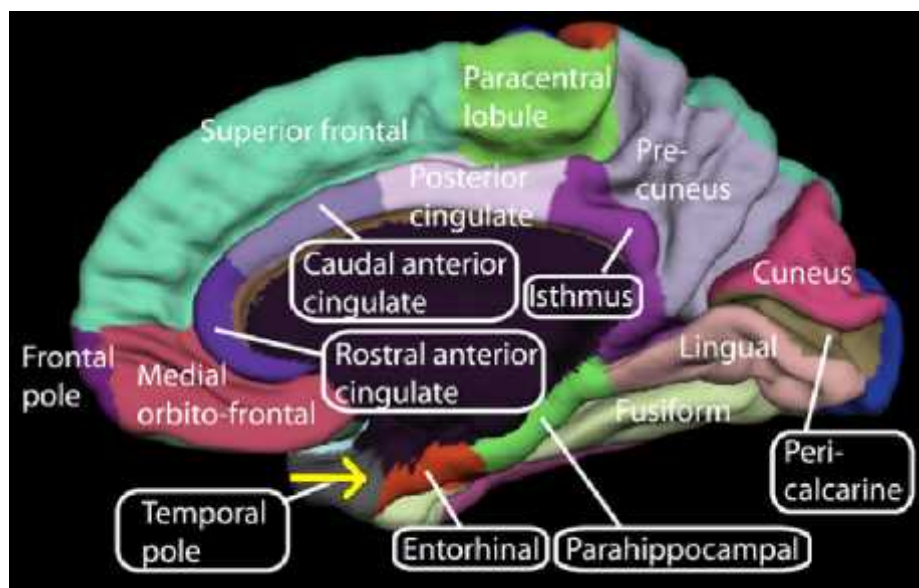
Slika 1. Put zvuka kroz slušni aparat: 1. Zvuk ulazi u slušni kanal 2. Vibracija bubnja se prenosi na čekić, nakovanj, stremen 3. Vibracije pokreću tekućinu u pužnici 4. Senzorske stanice pretvaraju mehanički podražaj u električni signal 5. Slušni živac prenosi električne signale u mozak ([http://ent.uci.edu/Anatomy of the ear.htm](http://ent.uci.edu/Anatomy%20of%20the%20ear.htm))

Isprva se mislilo da se glazba obrađuje u desnoj hemisferi mozga, dok bi za govor bila odgovorna lijeva hemisfera, ali pokazalo se da je takvo razmišljanje pojednostavljeno. Napretkom tehnologije pokazalo se da su regije specijalizirane za obradu pojedinih elemenata glazbe zapravo raspršene po obje hemisfere, a i od prije je bilo poznato da slušanje, skladanje i izvođenje glazbe aktiviraju različite dijelove mozga. Naš subjektivni osjećaj glazbe čini nam se jedinstven, ali toj se fenomenološkoj jedinstvenosti protivi činjenica da se glazbene komponente percipiraju i obrađuju odvojeno. Ipak postoji određena bilateralna podjela u

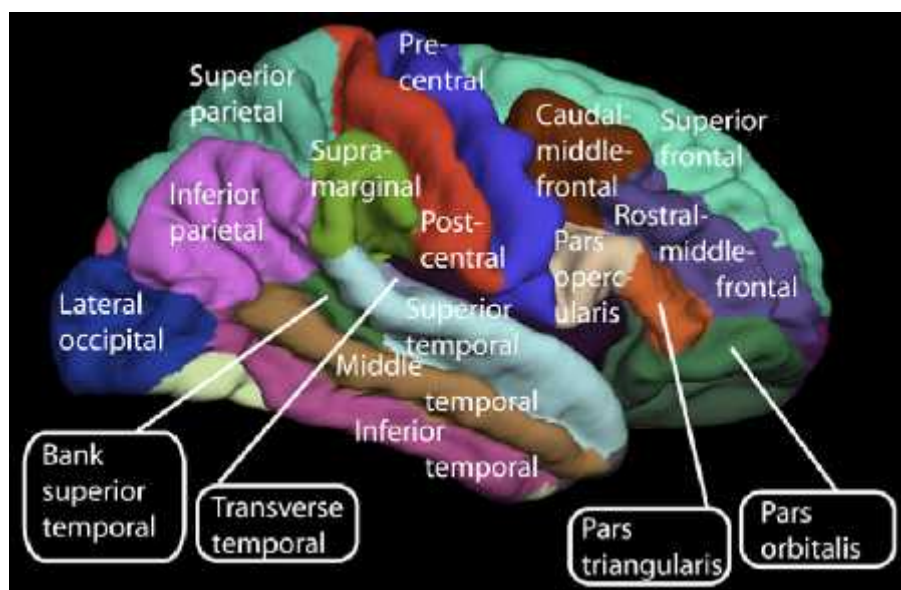
obradi glazbe, tako se magnetskom encefalografijom pokazalo da su odgovori, na magnetskom encefalogramu, na devijacije u tekstovima memoriziranih pjesama snažniji u lijevoj hemisferi, dok je za percepciju prekršaja o ekvivalentnih tonova odgovorna desna strana. Ako pak u imo novu glazbu uz imenovanje njezinih dijelova i nje same, ipak je lijeva hemisfera aktivnija, bez obzira na primarno u enje nove glazbe. Primarni auditorni korteks u obje hemisfere ve ine sisavaca sadrži tonotopsku mapu. To je mapa visina tonova, koji se kre u od niskih do visokih, a preslika je neuralne mape visina tonova u pužnici i omogu ava dekodiranje ferkvencije zvuka u njegovu visinu (ta dva parametra su u pozitivnom korelacijskom odnosu) i uspore uje percipirane visine s visinama u mapi. Zbog postojanja tih mapa, ak i kad slušatelj percipira samo jedan ton on otprilike može odrediti da li je taj ton viši ili niži, duži ili kra i od nekog prosje nog tona s kojim se susreo kroz život (Levitin i Tirovolas 2009.).

Kako bi istražili utjecaj glazbe na aktivaciju regija u mozgu, znanstvenici obi no variraju jedan element glazbe, dok ostale drže konstantnima. Tom metodom može se vidjeti kako koji element glazbe utje e na aktivnost pojedine regije mozga.

Pokazalo se da postoji hijerarhija u procesima obrade visina tonova, tako da se tonovi stalne visine obra uju bilateralno u Heschelovom girusu, odre ivanje same visine tona se provodi u posteriornoj regiji, a vrsta tona u anteriornoj regiji sekundarnog auditornog korteksa. Intervali, konture i melodija aktiviraju superiorni temporalni girus i planum polare. Niži, za razliku od viših akorada, pokazuju selektivnu aktivaciju u amigdali, retrospinalnom korteksu, moždanom deblu i malom mozgu. Percepcija i produkcija ritma pobu uju regije malog mozga i bazalnih ganglija, kao i nekoliko motori kih regija poput premotori kog korteksa i dodatne motori ke regije. Tajming i sinkronizacija obra uju se u malom mozgu i doprinose našem osje aju tempa. Prevladavaju e gledište je da se visina tona, ritam i glasno a obra uju odvojeno, a kasnije, što je u svijetu neuralne obrade oko 25-50 milisekundi, dolaze zajedno i stvaraju utisak cjelovitog glazbenog objekta ili fraze ((Levitin i Tirovolas 2009.). Iz ovakvih podataka možemo zaklju iti dvije stvari. Prvo je povezanost velikog broja glazbenih elemenata s malim mozgom i motori kim regijama, što objašnjava želju za pokretom kod slušanja glazbe. Druga stvar koja se vidi je ta da u procesiranju glazbenih dijelova sudjeluju razli iti dijelovi mozga, što zna i da je za jednu relativno jednostavnu radnju poput slušanja glazbe potrebna bliska suradnja tih razli itih dijelova mozga, pa nam takva radnja može poslužiti kao jednostavna vježba za mozak (Basar 2006.) (Slika 2. i 3.).



Slika 2. Sagitalni presjek mozga s ozna enim dijelovima
 (http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain)



Slika 3. Mozak s lateralne strane s ozna enim dijelovima
 (http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain)

4. Glazba i...

Otkad je nastala, glazba je intrigirala ljude, ne kao medicinski alat ili objekt znanstvenog istraživanja, već kao pojava koja tjera uvijek na pokret, ples, koja bez riječi govori emocijom. Ljudi su tijekom godina koevolucije s glazbom doveli sinkronizaciju s melodijom gotovo do savršenstva i nazvali je ples. Snažnu emociju koju nosi glazba ljudi su iskoristili stvarajući velika klasična djela, a u moderno doba se ta karakteristika glazbe koristi u filmskoj industriji za kataliziranje emocija stvorenih slikom u pokretu.

4.1. Pokret

Od životinja, jedinoimpanze i slonovi imaju sposobnost održavanja stalnog tempa, ali samo ljudi mogu sinkronizirati pokret sa zvukom. Dobro poznata povezanost pokreta i zvuka, kroz povijest i sve svjetske kulture, sugerira ranu evolucijsku povezanost među njima. Važno je spomenuti da glazba ne može nastati bez pokreta. Zvuk nastaje vibriranjem molekula, što znači da je potrebna neka energija, pokret, da bi te molekule počele vibrirati. Motorička teorija govora i govorne percepcije govori da ljudi učestvovali u govoru promatraju i pokrete usana drugih ljudi, a slušanje proizvedenih zvukova može pokrenuti rad zrcalnih neurona, koji nas podsvjesno tjeraju da razmišljamo o pokretima koji su potrebni da se ti zvukovi reproduciraju. Tako se i ples može gledati kao pokušaj da se proizvedu pokreti koji bi stvorili glazbu na koju plešemo. Svaki stil glazbe sa sobom povlači i drugi stil plesa, od običnog micanja u ritmu glazbe, do baleta. Da bi se samo sinkronizirano tapkalo uz glazbu potrebna je aktivacija preddodatne i dodatne motoričke regije, dorzalnog predmotoričkog korteksa, dorzolateralnog prefrontalnog korteksa, te inferiornog parijetalnog režnja i režnja IV malog mozga, pa sam ples ima snagu povezati sve auditorne i motoričke dijelove mozga (Cervellin i Lippi 2011.)

4.2. Emocije

Najbolji primjer glazbe kao nositelja emocije je filmska glazba. Cilj dobre filmske glazbe je da pojača emociju koju nam prenosi film, ali stvarno dobre filmske glazbe nakon filma nitko se zapravo ne sjeća, pa se onda možemo pitati, da li je takva glazba uopće ispunila svoju svrhu. Da, takva glazba je u potpunosti ispunila svoju svrhu, jer ona je bila ondje da prenese emociju, a ne da bude upegljiva, ona se u potpunosti stopila s filmom i postala dio njegove cjeline. Možda se nakon pogledanog filma ne sjeća ni glazbe, ali kad tu glazbu čujemo negdje drugdje, odmah nas ispune osjećaji koje je ona predstavljala i shvatimo gdje smo je čuli. Emociju je veoma teško prepoznati, a još teže zabilježiti, pa se u znanstvenim krugovima emocije dugo nisu ni istraživale. Prva istraživanja emocija bila su ona negativnih emocija, a pozitivne emocije su se istraživale uporabom različitih droga koje bi ih umjetno stvorile. Tek su nedavno pronađene manje destruktivne i prihvatljive metode proučavanja pozitivnih emocija. Primijećeno je da klasična glazba uzrokuje osjećaj zadovoljstva i esto prouzrokuje fiziološkim reakcijama poput trnaca, nakostrješene kože, hladnog znoja i promjene u brzini rada srca. Iskustvo slušanja ugodne glazbe aktivira orbitofrontalnu, subkalozalnu cingulatnu i prednje polarne kortikalne regije. Trnci koreliraju s aktivnošću u lijevom ventralnom strijatumu, inače aktivnom kod nadolazeće nagrade, dorzomedijalnim djelovima srednjeg mozga i deaktivacijom u amigdali. Pojava trnaca ukazuje na ljude koji ovise o nagradi okoline, a što je pojedinac bolje upoznat s klasičnom glazbom, do te mjere da se identificira s njom i povlači u osamu da bi je bolje mogao doživjeti, to je pojava trnaca i euforije. Takav slušatelj nije samo recipijent, nego aktivni stvaratelj emocionalnog iskustva glazbe kroz svoju pažnju i posvećenost, što dovodi do trnaca kao nusprodukta takvog doživljaja (Levitin i Tirovolas 2009.).

Logično bi bilo da i tužnom uvijek vesela i energična glazba popravi raspoloženje, ali pokazalo se da takva glazba samo iritira tužnu osobu, a pomaže mu tužna glazba. Pronašao sam dvije teorije koje mogu objasniti ovaj fenomen. Prva govori da kad smo tužni hipofiza izlučuje hormon prolaktin, koji u nama uzrokuje stanje mira i utješenosti. Prolaktin se inače luči i nakon orgazma, rađanja i tijekom laktacije kod žena, relativno stresnim situacijama u kojima je potrebno smirivanje. U prilog tome govori činjenica da prolaktin nije detektiran kao dio suza radosnica, suzenja oka, ni kod iritacije oka, nego samo u suzama tuge. Tužna glazba tako može prevariti naš mozak pomoću sigurne ili imaginarne tuge u otpuštanje prolaktina, što kao rezultat ima popravljivanje našeg raspoloženja. Druga teorija prilazi problemu s više

psihološke strane. Kad su ljudi tužni ili čak pate od kliničke depresije, osjećaju se odsjeeno od ostatka svijeta i misle da ih nitko ne razumije. Sretna glazba takve ljude može iziritirati jer se zbog nje osjećaju još manje shvaćeno i odsjeeno, dok tužna glazba može stvoriti osjećaj postojanja supatnika koji dijele njihovu tugu (Cervellin i Lippi 2011.) (Slika 4.).



Slika 4. Glazba je spas za dušu (<http://musicmonster-js.blogspot.com/2010/12/music-is-ideal-solution-to-long-day.html>)

5. Amuzija i muzikalnost

Pojam amuzija (eng. *tone deafness*) koristi se za ljude koji imaju jedan ili više deficita u obradi zvukovnih podražaja. Danas je uviđena razlika između urođene i usvojene (traumom mozga) amuzije. S druge strane postoji muzikalnost koja se opisuje kao univerzalni ljudski atribut, sposobnost da se postigne majstorstvo u nekoj glazbenoj disciplini ili obična sposobnost da se uživa u glazbi. Još uvijek se ne zna da li se muzikalnost temelji na talentu, iskustvu ili kombinaciji talenta i iskustva. Sve to još dodatno kompliciraju činjenice na koje se muzikalnost može manifestirati, tako netko može biti majstor u stvaranju kompozicija, u performansu, improvizacijama, slušanju, stvaranju aranžmana, nekom od osnovnih elemenata glazbe (ritam, tempo, ton,...) ili u nečemu sasvim drugom. Usprkos različitim definicijama, neki se ljudi jednostavno smatraju muzikalnima, dok se drugi smatraju nemuzikalnima. Smatra se da su osjećaji za visinu tona i vrijeme u glazbi osnove muzikalnosti (Levitin i Tirovolas 2009., Satoh i sur. 2011.).

Isprva se smatralo da je amuzija jednostavan poremećaj u percepciji rezolucije tonova koju ima oko 4% svjetskog stanovništva. Jedna starija definicija kaže da ljudi s amuzijom ne mogu raspoznavati razlike u tonovima manje od jedne polunote, ali da nemaju problema s percepcijom vremenske dimenzije glazbe. Danas se amuzija definira kao selektivno oštećenje u percepciji (melodije, ritma ili oboje), produkciji i prepoznavanju glazbenog dijela koje proizlazi iz više različitih uzroka. *The Montreal Battery of Evaluation of Amusia* je test osmišljen za detekciju urođene ili usvojene amuzije na temelju rezultata testova visine tona, vremenske dimenzije glazbe i memorije. Ispostavilo se da je mozak amuzičara nešto drugačiji od zdravog ljudskog mozga. Pojedinci s urođenom amuzijom imaju zadebljani korteks inferiornog frontalnog girusa te zadebljali desni auditorni korteks. Ta morfološka razlika na kortikalnoj razini pripisuje se atipičnom kortikalnom razvoju, koji utječe na desni frontotemporalni trakt, za koji je poznato da igra važnu ulogu u procesiranju tonova. Zbog uske povezanosti dijelova mozga zaduženih za obradu glazbe i govora, postavlja se pitanje, da li se deficit glazbene amuzije proteže na govorne regije. Rezultati istraživanja na tu temu su različiti. Na primjer, jedno istraživanje provedeno na ljudima s amuzijom, kojima su bile oštećene regije za procesiranje modulacije zvukova, pokazalo je da u njih nije smanjena sposobnost da izvrše raznolike lingvističke zadatke, ni procesiranje parsodije ljudskog govora. Drugo je istraživanje pak pokazalo nešto sasvim suprotno, poteškoće u razlikovanju izjava od pitanja. Napravljeno je i treće istraživanje da se pojasne suprotstavljeni rezultati

dvaju prijašnjih istraživanja i došlo se do zaključka da je u obje skupine bilo oko 30% amuzičara s poteškoćama u govoru (Levitin i Tirovolas 2009., Satoh i sur. 2011.).

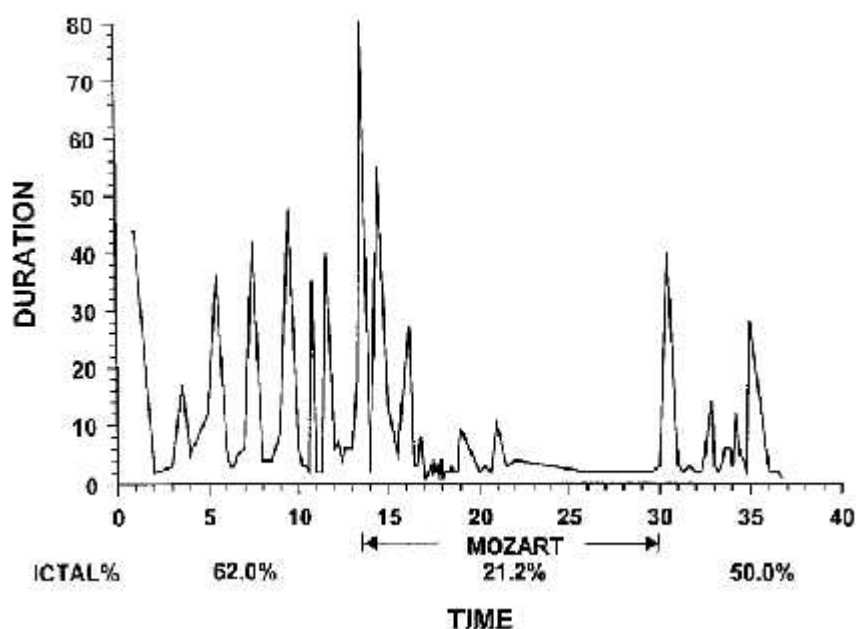
6. Glazba i plastičnost mozga

Kad govorimo o plastičnosti neega, govorimo o sposobnosti toga da se mijenja prilagodbu i se vanjskim utjecajima. U svjetlu evolucije, plastičnost organizma, koja je usko povezana s plastičnošću u njegova mozga, je preduvjet za njegov opstanak, jer evolucija nije naklonjena najsnažnijima, najbržima ili najinteligentnijima, nego najprilagodljivijima. Ljudi su uspjeli naseliti gotovo sva područja ove planete, što njih, pa tako i njihov mozak, čini jednim od najplastičnijih u poznatih vrsta. Plastičnost ljudskog mozga nije kod svakog pojedinca jednaka, nego varira s obzirom na odgoj, iskustvo i gensko nasljeđe. Ono što posebno intrigira ljude je mogućnost da se glazbom pasivno utječe na razvoj i plastičnost mozga. Nekoliko znanstvenih radova je pokušalo pronaći razlike u obradi podražaja između glazbenika i ljudi koji se ne bave glazbom. Pokazalo se da su glazbenici puno osjetljiviji na naglaske stranaca koji su govorili njihovim jezikom, što je pokazalo da iskustvo može djelovati na procese niske razine čak i u inferiornom djelu kulikulusa i moždanom deblu. Također jedno je istraživanje pokazalo koliko je zapravo auditorni korteks plastičan, tako da je proveden eksperiment na ljudima s urođenom sljepoćom. Auditorni korteks je zajedno s auditornim podražajima u takvih ljudi obrađivao i vizualne podatke jer su koristili zvukove iz okoline da bi vizualizirali prostor i snalazili se u njemu. Drugi primjer plastičnosti mozga su jazz glazbenici, koji stvaraju spontanu glazbu, takozvane improvizacije. S fMRI (*Functional magnetic resonance imaging* ili funkcionalna magnetska rezonancija) mjerila se aktivacija pojedinih regija u mozgu tijekom jednog preformansa. Mislilo se da će za improvizaciju biti potreban rad prefrontalnog korteksa, koji je zadužen za svjesnu misao i narušavanje glazbenih normi, jer se improvizacijom u jazzu svjesno krše te glazbene norme. U stvari dogodilo se baš suprotno, ti dijelovi mozga pokazali su isključivanje, što znači da glazbenici nisu svjesno kršili glazbene norme, nego su ih u potpunosti potisnuli, što im je naposljetku omogućilo lakšu improvizaciju. S druge strane aktivne regije njihovog mozga bile su neokortikalne senzoričko-motorne regije, koje posreduju u organizaciji i izvođenju glazbenih izvedbi. Ovi rezultati potvrđuju izjave glazbenika da se improvizacije oslanjaju na podsvjesne procese koji su van svjesne kontrole. Taj manjak svjesne kontrole predstavlja prenapučenost i

automatske procese koji su zapravo karakteristika majstora improvizacije. Kad glazbenik sluša zvukove ija je boja, boja glazbala kojim on svira, primije eno je da se aktiviraju gama moždani valovi. Gama moždani valovi su izme u ostalog odgovorni za vizualnu percepciju, pažnju, u enje i memoriju. Pokazalo se da i kod djece koja su u ila svirati klavir samo jednu godinu dolazi do aktivacije gama moždanih valova kad slušaju klavirsku glazbu. Takvi rezultati povezani su s istraživanjima utjecaja glazbe na plasti nost mozga i s efektom, popularno zvanim Mozart efekt (Levitin i Tirovolas 2009., Cervellin i Lippi 2011.).

6.1.Mozart efekt i plasti nost ošte enog mozga

Termin Mozart efekt (ME) koristi se za poboljšanje djelovanja ili neku drugu promjenu u neuropsihološkoj aktivnosti tijekom slušanja Mozartove ili neke druge klasi ne glazbe. Efekt se ponajviše prou ava na skladbama Wolfganga Amadeusa Mozarta, od kojih se naj eš e koristi Sonata za dva piana u D duru ili K.448 (<http://www.mozart-archiv.de/>). Neki od efekata su pove ana koherencija zabilježena EEG-om, pove ana korelacija neuropsihološke aktivnosti temporalne i lijeve frontalne regije, pove ano prostorno-vremensko shva anje nakon satova klavira u predškolske djece, pove anje u amplitudi alfa ritma i pove anje interhemishernih koherencija, te promjene u snazi i koherenciji EEG-a, pogotovo u desnoj temporalnoj regiji. Ne samo što djeluje na zdrav mozak, ME može utjecati i na ozlje en ili bolestan mozak (Cacciafesta i sur. 2010.). Tako se pokazalo da kod ljudi koji boluju od akutnog efekta sli nog epilepsiji, što zna i da im mozak esto okida pražnjenja sli na epilepsiji, kod budnog ili komatoznog stanja, slušanje Mozartove glazbe stvarno pomaže. U ak 79% slu ajeva došlo je do statisti ki zna ajne supresije pražnjenja sli nih epilepsiji. Kod tih slu ajeva, prije slušanja pražnjenja su bila esta, tijekom slušanja, broj pražnjenja se zna ajno smanjio, a nakon slušanja se ponovno pove ao, ali je broj pražnjenja bio u prosjeku 12% niži nego prije slušanja (Hughes 2001.). (Slika 5.).



Slika 5. Grafi ki prikaz rezultata istraživanja ME na akutnom efektu sli nom epilepsiji (Hughes 2001.)

Drugo istraživanje ME-a provedeno je na osmogodišnjoj djevoj ici koja je patila od kroni nog efekta epilepti ke aktivnosti, što zna i da je s pražnjenjima epilepsiji sli nih podražaja moglo do i i do epilepti nog napadaja. Rezultati su dobiveni usporedbom dana kad je djevoj ica slušala Mozartovu sonatu K.448 i dana bez slušanja. Broj epilepti kih napadaja koji je ina e iznosio 3-4 napadaja prije i poslijepodne promjenio se na samo jedan napadaj po danu (za vrijeme budnosti). Sukladno s time vidjelo se da se broj pražnjenja, koji su odgovorni za napadaje, spustio s 317-208 na 178. Osim na epilepsiju pokazalo se da ME može pove ati nesvjesno usmjeravanje pažnje, dok smanjuje aktivno (Zhu i sur. 2008.). Tako er je dokazano da ME pomaže aktiviraju i regije mozga koje su važne za rješavanje danog zadatka, što poboljšava u enje vremensko-prostornih odnosa i pomaže kod starijih ljudi koji imaju probleme s pam enjem. Osim Mozartove glazbe prona eno je da kod skladatelja poput Mendela, Shuberta, Bacha i dosta drugih dolazi do ME-a, ali Mozart je i dalje najistaknutiji me u njima s najviše djela koji ga uzrokuju. Na ME glazbe ne možemo gledati kao na rezultat svjesne promjene stanja ili refleksije nekog dubokog poštovanja prema toj glazbi, jer neki pacijenati su bili u komi dok su drugi patili od epilepti kih napadaja kad im je puštana glazba, a pokusi provedeni s druga ijom (kontrolnom) glazbom pokazali su da ona ne uzrokuje ME (Jauševac i sur. 2006.). Ono što je možda zanimljivije od samog efekta, je to što taj efekt ne nestaje u potpunosti, nego ostaje još neko vrijeme aktivan nakon što skladba završi. Taj posljednji dio je zapravo veliki skriveni potencijal ME-a koji bi u budu nosti, ako se uspije dešifrirati na koji na in glazba mijenja mozak, mogao biti korišten ne samo za lije enje neuroloških bolesti, nego i za postupno oblikovanje i pove avanje sposobnosti ljudskog uma.

7. Zaključak

Istraživanja su pristupila glazbenoj tematici s različitih strana, a na to ih je najprije potaknula neka pojava vezana uz glazbu. Kod istraživanja emocija, dokazano je da glazba stvarno može promijeniti emocionalno stanje osobe zbog svojeg utjecaja na izlučivanje određenih hormona ili utjecaja na samu psihu pojedinca. Pokazalo se da uvijek nesvjesno reagira na glazbu, rade i minipokrete u ritmu glazbe, poboljšava mu se nesvjesno pridavanje pozornosti, a čak je i mozak komatoznih ljudi reagirao na glazbu. Posebno se isti u istraživanja povezana s Mozart efektom koja dokazuju terapijsko djelovanje glazbe na bolestan, ali i na zdrav mozak. Iako postojanje Mozart efekta zapravo otvara više pitanja, nego daje odgovora, mislim da će u budućnosti, baš taj fenomen, odigrati ključnu ulogu u shvaćanju kompleksnog načina rada ljudskog mozga. Kad sve ove podatke sagledam iz daljine, mogu zaključiti da glazba aktivira naš mozak, tako da radi na više različitih razina (auditorno, motorički, hormonski, vizualno,...) i povezuje te različite dijelove mozga da bi mi osjetili jedinstveni doživljaj glazbe. Baš takav način moždane aktivnosti pomaže mozgu da poveća broj neuronskih sinapsi, odnosno pomaže u samom njegovom razvitku i plastičnosti.

8. Literatura

Basar E., 2006., *The theory of the whole-brain-work*, International Journal of Psychophysiology, 60: 133-138.

Cacciafesta M., Ettorre E., Amici A., Cicconetti P., Martinelli V., Baratta A., Verrusio W., Marigliano V., 2010., *New frontiers of cognitive rehabilitation in geriatric age: the Mozart Effect (ME)*, Archives of Gerontology and Geriatrics, 51: 79-82.

Cervellin G., Lippi G., 2011., *From music-beat to heart-beat: A journey in the complex interactions between music, brain and heart*, European Journal of Internal Medicine, 22: 371-374.

Hughes, John R., 2001., *Review: The Mozart Effect*, Epilepsy and Behavior, 2: 396-417.

Jauševac N., Jauševac K., Gerli I., 2006., *The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning*, Clinical neurophysiology, 117: 2703-2714.

Levitin, Daniel J. i Tirovolas, Anna K., 2009., *Current Advances in the Cognitive Neuroscience of Music*, New York Academy of Sciences, 211-231.

McDermott J., 2008., *The evolution of music*, Nature, 453: 287-289.

Satoh M., Nakase N., Nagata K., Tomimoto H., 2011., *Musical anhedonia: Selective loss of emotional experience in listening to music*, Neurocase, 17: 410-417.

Zhu W., Zhao L., Zhang J., Ding X., Liu H., Ni E., Ma Y., Zhou C., 2008., *The influence of Mozart's sonata K448 on visual attention: An ERPs study*, Neuroscience Letters, 434. 35-40.

[http://ent.uci.edu/Anatomy of the ear.htm](http://ent.uci.edu/Anatomy%20of%20the%20ear.htm)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ear>

http://en.wikipedia.org/wiki/Functional_magnetic_resonance_imaging

http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain

<http://musicmonster-js.blogspot.com/2010/12/music-is-ideal-solution-to-long-day.html>

<http://www.mozart-archiv.de/>

8.Sažetak

Glazba se kroz stoljeća razvijala zajedno s ljudima i njihovom kulturom, te postala neizostavni dio svakodnevnog života. Tek u današnje vrijeme, uz pomoć različitih istraživanja, počinjemo shvaćati koliko je glazba fiziološki integrirana u naš organizam. U svjetlu takvih istraživanja počinjemo na glazbu gledati, ne kao samo oblik zabave, nego kao na metodu za samopomoć, liječničku terapiju za ljude s moždanim problemima i kao na moguće oruđe u stimuliranju i oblikovanju ljudskog uma.

9.Summary

Through centuries music has been developing together with humans and their culture, thus becoming indispensable part of everyday life. Nowadays, with help from different studies, we are starting to understand just how much has music been physiologically integrated in our organisms. In light of these studies we are starting to view music, not just as a form of entertainment, but as a method for self-help, medical therapy for people with brain problems and as a possible tool for stimulating and molding of human mind.